

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号  
特表2003-526051  
(P2003-526051A)

(43) 公表日 平成15年9月2日(2003.9.2)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup>         | 識別記号 | F I           | テーマコード* (参考) |
|-----------------------------------|------|---------------|--------------|
| F 0 4 D 29/58                     |      | F 0 4 D 29/58 | C 3 H 0 2 2  |
| 7/08                              |      | 7/08          | E            |
| 29/04                             |      | 29/04         | C            |
| 29/10                             |      | 29/10         | A            |
|                                   |      |               | B            |
| 審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 27 頁) 最終頁に続く |      |               |              |

(21) 出願番号 特願2001-565537(P2001-565537)  
(86) (22) 出願日 平成13年2月6日(2001.2.6)  
(85) 翻訳文提出日 平成14年9月9日(2002.9.9)  
(86) 国際出願番号 P C T / U S 0 1 / 4 0 0 3 7  
(87) 国際公開番号 W O 0 1 / 0 6 6 9 5 1  
(87) 国際公開日 平成13年9月13日(2001.9.13)  
(31) 優先権主張番号 0 9 / 5 2 0 , 8 6 0  
(32) 優先日 平成12年3月7日(2000.3.7)  
(33) 優先権主張国 米国 (U S)

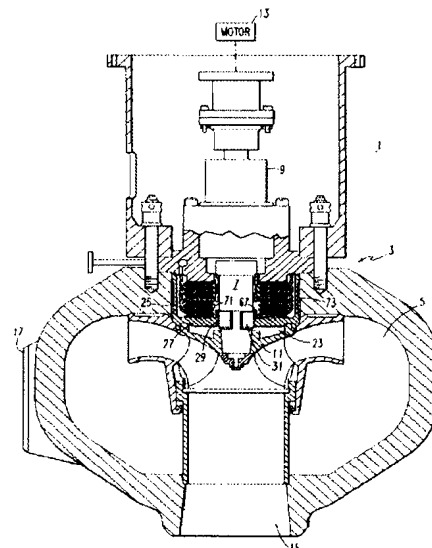
(71) 出願人 ウエスチングハウス・エレクトリック・カンパニー・エルエルシー  
アメリカ合衆国 ペンシルベニア州  
15230-0355 ビッツバーグ ビー・オー・ボックス 355  
(72) 発明者 ヴェロネシ, ルキアーノ  
アメリカ合衆国 フロリダ州 33767 ク  
リアウォーター サンド・キー・エステイ  
ツ 1651 コート63  
(74) 代理人 弁理士 加藤 紘一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱障壁及びそれを組み込んだ原子炉冷却材ポンプ

(57) 【要約】

原子炉冷却水ポンプの熱障壁は、ポンプ室に延入する所でポンプ軸を取り囲むバンケーキ形冷却コイル積層体を含む。この冷却コイル積層体は、対角線方向に対向した所で軸方向に延びる入口及び出口管が各バンケーキコイルにつき割送りされるため、周面が不規則形状になっている。円筒状カバーの内側表面は、対角線方向に対向する2組の縦続段部より形成される相補的な内側周面を有するため、コイル積層体とカバーとの間の環状空間の体積が最小限に抑えられ、カバー内に注入される冷却水の成層効果が減少する。カバー端壁の開口でポンプ軸を取り囲むカラーは、コイル積層体内を軸方向に延びて、軸の回転により生じる渦がカバーの端壁に拮据るのを防止すると共にカラーの円周方向に離隔した通孔がバンケーキ形冷却コイルの温度条件を有意に変化させないようにする。カラーの一体的なフランジはコイル積層体のためのシムとして働く。外側断熱手段は、熱膨張係数の小さいスリーブを有し、このスリーブは円筒状カバーの外側表面の溝の上に焼き嵌められて、環状室を形成する。この環状室は、嵌合する多数のカンにより各々が停滞した



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 ポンプ室を有するポンプハウジングと、原子炉冷却水をポンプ室を介して吸排するためにポンプ室内のポンプ軸に装着されたインペラと、ポンプ室に隣接するポンプ軸を密封するシールとを備えた原子炉冷却水ポンプの熱障壁であって、

ポンプ室内においてポンプ軸に同心的にポンプハウジングへ装着されたほぼ円筒状のカバーと、

ほぼ円筒状のカバーの円周方向に、また該カバーの少なくとも一部に沿って軸方向に延びる外側断熱手段とより成る原子炉冷却水ポンプの熱障壁。

【請求項2】 外側断熱手段は、ほぼ円筒状のカバーの上に配設されて、ほぼ円筒状のカバーと共に原子炉冷却水を含む環状室を形成するスリーブより成る請求項1の熱障壁。

【請求項3】 環状室は、内部圧力をポンプ室の圧力に実質的に等化させるに十分な通路を介してポンプ室と連通し、しかも、環状室内の原子炉冷却水を実質的に停滞した状態に維持する請求項2の熱障壁。

【請求項4】 外側断熱手段はさらに、環状室を各々が原子炉冷却水を含む同心部分に分割する少なくとも1つの環状カンよりなる請求項2の熱障壁。

【請求項5】 少なくとも1つの環状カンは、環状室を各々が原子炉冷却水を含む複数の同心部分に分割する同心配置の複数の環状カンより成る請求項4の熱障壁。

【請求項6】 環状室の同心部分は互いに連通関係にある請求項5の熱障壁。

【請求項7】 環状カンは、環状室の同心部分の半径方向寸法を設定する半径方向に延びるディンプルを有する請求項5の熱障壁。

【請求項8】 環状室はほぼ円筒状のカバーの外側表面の環状溝により形成され、スリーブは環状溝を軸方向に覆う請求項5の熱障壁。

【請求項9】 環状溝は各端部に軸方向に離隔した段部を有し、複数の環状カンはそれぞれ1つの段部に固定される請求項8の熱障壁。

【請求項10】 スリーブは、ほぼ円筒状のカバーの環状溝の上に焼き嵌め

されて環状室を形成する請求項9の熱障壁。

【請求項11】 スリーブは、ほぼ円筒状のカバーの環状溝の上に焼き嵌められて環状室を形成する請求項2の熱障壁。

【請求項12】 スリーブは、ほぼ円筒状のカバーより小さい熱膨張係数を有する請求項11の熱障壁。

【請求項13】 ほぼ円筒状のカバーは、環状室を包囲するためにスリーブの軸方向位置を固定する少なくとも1つの半径方向外方に延びる肩部を有する請求項11の熱障壁。

【請求項14】 ポンプ室を有するポンプハウジングと、原子炉冷却水をポンプ室を介して吸排するためにポンプ室内のポンプ軸に装着されたインペラと、ポンプ室に隣接するポンプ軸を密封するシールとを備えた原子炉冷却水ポンプの熱障壁であって、

ポンプ軸が貫通する円形の端壁を有するほぼ円筒状のカバーと、

ほぼ円筒状のカバーの内部にポンプ軸に沿って配置され、周面にある軸方向に延びる入口及び出口管が軸方向に延びる不規則形状の周面を有するコイル積層体を形成する複数のパンケーキ形冷却コイルとより成り、ほぼ円筒状のカバーの軸方向に延びる内側表面は、コイル積層体の軸方向に延びる不規則形状の周面と相補的である原子炉冷却水ポンプの熱障壁。

【請求項15】 コイル積層体の軸方向に延びる不規則形状の周面と、ほぼ円筒状のカバーの軸方向に延びる相補的な内側表面とは、半径方向寸法が約0.125インチ(3.175mm)より大きくない注入水のためのほぼ環状の流路を形成する請求項14の熱障壁。

【請求項16】 コイル積層体の軸方向に延びる不規則形状の周面と、ほぼ円筒状のカバーの軸方向に延びる相補的な内側表面との間のほぼ環状の流路は、半径方向寸法が約0.125インチ(3.175mm)乃至0.25インチ(6.35mm)である請求項15の熱障壁。

【請求項17】 複数のパンケーキ形冷却コイルの周面の軸方向に延びる一連の入口及び出口管は互いに角度的に変位しており、ほぼ円筒状カバーの軸方向に延びる内側表面は複数のパンケーキ形冷却コイルの周面の軸方向に延びる角度

的に変位した入口及び出口管と嵌合する複数の縦続段部を有する請求項14の熱障壁。

【請求項18】 複数のパンケーキ形冷却コイルの周面の軸方向に延びる入口及び出口部分是对角線方向に対向しており、ほぼ円筒状のカバーの軸方向に延びる内側表面是对角線方向に対向する2組の縦続段部を有する請求項17の熱障壁。

【請求項19】 ポンプ室を有するポンプハウジングと、原子炉冷却水をポンプ室を介して吸排するためにポンプ室内のポンプ軸に装着されたインペラと、ポンプ室に隣接するポンプ軸を密封するシールとを備えた原子炉冷却水ポンプの熱障壁であって、

ポンプ軸のための中央開口を備えた円形の端壁を有するほぼ円筒状のカバーと、

ほぼ円筒状のカバーの内部にポンプ軸に沿って配置されたパンケーキ形冷却コイル積層体と、

端壁の中央開口からポンプ軸に沿って軸方向にパンケーキ形冷却コイル積層体内に延びるカラーとより成る原子炉冷却水ポンプの熱障壁。

【請求項20】 カラーは、円周方向に分布する半径方向に延びる複数の通孔を有する請求項19の熱障壁。

【請求項21】 カラーは、端壁に隣接して、該端壁と、パンケーキ形冷却コイル積層体との間を延びて、パンケーキ形冷却コイル積層体の環状シムを形成する半径方向フランジを有する請求項19の熱障壁。

【請求項22】 カラーは、円周方向に分布した半径方向に延びる複数の通孔を有する請求項21の熱障壁。

【請求項23】 通孔は軸方向に少なくとも環状シムまで延びる請求項20の熱障壁。

【請求項24】 原子炉冷却水ポンプであって、  
ポンプ室を有するポンプハウジングと、  
ポンプ室内に延びるポンプ軸と、  
原子炉冷却水をポンプ室を介して吸排するためにポンプ室内のポンプ軸に装着

されたインペラと、

ポンプ軸をポンプ室に隣接して密封するシールと、

熱障壁とより成り、熱障壁は、

ポンプ室内においてポンプ軸に同心的にポンプハウジングへ装着されたほぼ円筒状のカバーと、

ほぼ円筒状のカバーの円周方向に、また該カバーの少なくとも一部に沿って軸方向に延びる外側断熱手段とより成る原子炉冷却水ポンプ。

【請求項25】 熱障壁はさらに、ほぼ円筒状のカバーの内部をポンプ軸に沿って延び、周面の軸方向に延びる入口及び出口管が軸方向に延びる不規則形状の周面を有するほぼ環状のコイル積層体を形成するパンケーキ形冷却コイルの積層体より成り、ほぼ円筒状のカバーの軸方向に延びる内側表面は、パンケーキ形冷却コイル積層体の軸方向に延びる不規則形状の周面と相補的である請求項24の原子炉冷却水ポンプ。

【請求項26】 熱障壁はさらに、中央開口と同心的に、端壁とパンケーキ形冷却コイル積層体との間に配設された環状シムと、ポンプ軸の周りを軸方向に端壁から離れる方向に延び、円周方向に分布した半径方向に延びる複数の通孔を有するカラーとより成る請求項25の原子炉冷却水ポンプ。

【請求項27】 外側断熱手段は、ほぼ円筒状のカバーの上に焼き嵌めされ、ほぼ円筒状のカバーと共に実質的に停滞した原子炉冷却水を含む環状室を形成するスリーブより成る請求項26の原子炉冷却水ポンプ。

【請求項28】 熱障壁はさらに、ほぼ円筒状のカバーの内部にポンプ軸に沿って軸方向に配置された複数のパンケーキ形冷却コイルと、端壁の中央開口と同心的に、端壁と複数のパンケーキ形冷却コイルとの間に配設され、ポンプ軸の周りを端壁から離れる方向に延びるカラーを有する環状シムとより成る請求項25の原子炉冷却水ポンプ。

【請求項29】 カラーは、円周方向に分布した半径方向に延びる複数の通孔を有する請求項28の原子炉冷却水ポンプ。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の背景】****【0002】****【発明の分野】**

本発明は、原子炉冷却水を循環するポンプに関し、さらに詳細には、ポンプのシール及び軸受けを高温の原子炉冷却水から保護する熱障壁と、かかる熱障壁を組み込んだポンプとに関する。

**【0003】****【背景情報】**

原子炉に冷却水を循環するポンプは過酷な条件に曝される。加圧水型原子炉（PWR）の原子炉冷却水は通常、圧力が約2250 psi、温度が500° Fを超える。ポンプ軸の軸受け及びシールは、熱障壁によりこれらの条件から保護される。よく使用されるタイプの熱障壁は、ポンプ軸がポンプ室内に延びるポンプハウジングの凹部に配設された円筒状カバーを含む。このカバーの端壁を、ポンプ軸が貫通してポンプ室内に延びる。ポンプハウジング内のカバーの反対端部上のフランジを介して注入される冷却水は、ポンプ軸と、カバー端壁の開口との間の間隙を通してポンプ室に流入する。この注入水による冷却をバックアップするために、パンケーキ形コイルの積層体のカバーの下方において軸を取り囲む。パンケーキ形冷却コイルの入口及び出口部分は、コイル積層体の周面から軸方向にカバーのフランジを貫通する。別の水源からの冷却水をこの閉ループシステムに循環することができる。さらに別の熱的保護を与えるものとして、カバー側壁の内側表面に配置される環状の断熱材がある。かかる熱障壁は、カバー内の水の温度を、吸排される原子炉冷却水の温度550° Fより十分に低く、またシール及び軸受けの最高温度である220° Fよりも低い値に維持する。

**【0004】**

しかしながら、原子炉を長期間運転すると、カバー端壁と側壁との間の交差部に、またカバー側壁とフランジとの間の溶接部に、さらにパンケーキ形冷却コイルの入口及び出口の貫通部分及び注入水の貫通部分に隣接するフランジに割れが

生じることがある。

【0005】

原子炉冷却水ポンプの改良型熱障壁、及びかかる改良型熱障壁を組み込んだ原子炉冷却水ポンプが求められている。

【0006】

【発明の概要】

上記及び他の需要は、原子炉冷却水ポンプの熱障壁の現在の構成では、カバー内に約130°Fの温度で、また毎分約8ガロンの流量で流入する比較的低温の注入水と、熱障壁内部の高温（約180°F）の水との混合が不十分であるとの認識に基づく本発明により充足される。混合が不十分なため生じる流れの成層状態により、熱障壁のカバーの内壁が温度が変動する水に曝されることになる。熱障壁の定常壁温度が高くなればなるほど、水の温度変動が熱障壁に周期的な熱応力を発生させる効果が大きくなる。ポンプ軸の高速回転により生じる渦は、熱障壁のカバー端壁の温度分布を不均一にする1つの原因である。最後に、内部のカン断熱材と、カバーの壁の内側表面との間にギャップがあり、これが熱変動効果を悪化させることが判明している。

【0007】

従って、本発明の熱障壁では、ほぼ円筒状のカバーの内側表面は、パンケーキ形冷却コイルの周面の軸方向に延びる入口及び出口管により画定されるパンケーキ形冷却コイル積層体の不規則な周面と相補的である。これにより、パンケーキ形冷却コイル積層体と、ほぼ円筒状のカバーの内側表面との間の環状空間を自由に流れる水の体積が最小限に抑えられ、そのため流れの成層傾向が減少し、乱流が増加して、高温と低温の流れが十分に混合されることになる。

【0008】

本発明の別の特徴として、カラーが、ポンプ軸に沿ってほぼ円筒状の本体の端壁から延びることにより、端壁とパンケーキ形冷却コイル積層体との間の渦の発生が阻止される。このカラーは、円周方向に分布した半径方向に延びる複数の通路を有する。このカラーは、ほぼ円筒状のカバーの端壁と、パンケーキ形冷却コイル積層体との間に配置された環状シムと協働して、コイルに予負荷を与える。

この構成によると、カラーがシムを確実にセンタリングすることができる。

#### 【0009】

本発明のさらに別の特徴として、内側のカン形断熱材の代わりに、ほぼ円筒状のカバーの少なくとも一部に、軸方向に沿って円周方向に延びる外側断熱手段を設ける。外側断熱手段は、ほぼ円筒状のカバーと共に実質的に停滞した原子炉冷却水を含む環状室を形成する外側スリーブより成る。好ましくは、同心配置される環状の複数のカン部材は、この環状室を各々が原子炉冷却水を含む複数の同心部分に分割する。環状室、従って同心部分は、圧力を等化させしかも冷却室の水を実質的に停滞した状態に維持するに十分な態様でポンプ室と連通関係にある。

#### 【0010】

外側スリーブは、ほぼ円筒状のカバーの上に焼き嵌めされ、ほぼ円筒状のカバーの軸方向に離隔した肩部より空間的に固定される。スリーブの熱膨張係数は、好ましくは、このほぼ円筒状のカバーより小さい。

#### 【0011】

##### 【好ましい実施例の説明】

図1を参照して、原子炉冷却水ポンプ1は、ポンプ室5を形成するポンプハウジング3を有する。ハウジング3に装着された軸受け9により支持されるポンプ軸7は、ポンプ室5に延びる。インペラ11は、ポンプ室5内のポンプ軸7の自由端部に固定されている。ポンプ軸7は、総括的に13で示すモーターにより回転されて、インペラ11を駆動するが、このインペラは原子炉冷却水を入口15から吸い込み、出口17から排出する。図2に最もよく示されるように、スリーブ19は、ポンプ軸7を密封する上方及び下方のラビリンスシール21u、21lを支持している。

#### 【0012】

上述したように、ポンプ室5の原子炉冷却水は、温度が約550°F、圧力が約2250psiである。シール21及び軸受け9をこれらの過酷な条件から保護するために、熱障壁23が設けられている。この熱障壁23は、端壁27を有するほぼ円筒状のカバー25より成り、この端壁にはポンプ軸7が貫通する中央開口29がある。断熱スリーブ31は、この開口29のポンプ軸7上に設けられ



ている。

### 【0013】

多数の取付けボルト33は、ほぼ円筒状のカバー25の対角線方向対向部分において縦方向の孔部35を貫通して、このカバーをポンプハウジング3に固定する。この構成により、以前はカバーをハウジングに固定していた溶接部における割れがなくなる。環状のシール37は、ほぼ円筒状のカバーとハウジングの間に設けられている。

### 【0014】

図3を参照して、冷却水は半径方向の孔部41がハウジング3の軸方向の孔部43と連通する通路39を介してほぼ円筒状のカバー25の内部へ注入される。軸方向の孔部43は、半径方向の孔部41との交差部で細くなっているため、流量計（図示せず）のための所要の圧力降下が得られ、しかもほぼ円筒状のカバー25の内側へ流れが高速注入されることがない。この注入冷却水は、ポンプ軸及びシールを冷却し、カバーの端壁27の開口29と、ポンプ軸の断熱スリーブ31とにより形成される環状ギャップを通してカバーからポンプ室5へ流れ出る。

### 【0015】

ポンプ軸及びシールの二次的冷却は、パンケーキ形冷却コイル47の積層体45により行われる。図4に最もよく示されるように、各パンケーキ形冷却コイル47は、コイル周面の対角線方向に対向する点から軸方向に延びる入口及び出口管49を有する。積層体45の一連のパンケーキ形コイルの入口及び出口管は、隣接するコイルの入口及び出口管から角度的に変位している。これにより、積層体45の周面51が不規則形状になる。全ての入口及び出口管49がポンプハウジングの方へ上方に延びるため、この不規則形状の周面51は、対角線方向に対向する2組53a、53bの縦続段部55を形成する。従来技術の熱障壁では、カバーの内側表面は円筒状であり、その直径はパンケーキ形コイルの入口及び出口管を収容する大きさであった。従って、パンケーキ形冷却コイル積層体45と、冷却管が延びるところ以外の積層体部分に隣接するカバーとの間には、かなり大きな環状空間が存在する。発明者らは、これにより流れの成層状態が生じて、カバーの壁が温度が変動する水に曝されることを発見している。これが周期的な

熱応力を発生させるが、本発明者らは、これがカバー、特に、側壁と端壁との間の界面の割れの原因であると思っている。

【0016】

本発明によると、ほぼ円筒状のカバー25は、パンケーキ形冷却コイル積層体45の不規則な外側周面51と相補的な内側周面57を有する。かくして、図5及び6からわかるように、カバーのこの内側周面57には、対角線方向に対向する2組(59a及び59b)の縦続段部61が設けられ、これらの段部は冷却コイル積層体45上の縦続段部の組53aと53bと嵌合する。この構成により、パンケーキ形冷却コイル積層体45と、ほぼ円筒状のカバーの内側表面57との環状空間63(図3を参照)が最小限に抑えられ、注入水のためのほぼ環状の流路が提供される。この流路の半径方向の寸法は約0.125インチ(3.175mm)乃至0.25インチ(6.35mm)、好ましくは、約0.125インチ(3.175mm)である。これにより2つの利点を得られる。冷却水の流れの成層現象が最小限に抑えられ、乱流が増加して、注入水と熱障壁内の水との良好な混合が促進される。

【0017】

上述したように、パンケーキ形冷却コイル積層体45は、シール21と軸受け9とを冷却する別の手段を提供する。別の冷却水をこれらパンケーキ形冷却コイルを介する閉ループに循環させる。通路39に冷却水を注入しない場合、ポンプ室5内の冷却水がカバー端壁27の開口29と、ポンプ軸7との間のギャップを通過して、冷却コイル積層体45の下半分に流入し、上方および外方に流れる。図2からわかるように、スリーブ19は、その下方端部に半径方向フランジ65を有し、このフランジは、パンケーキ形冷却コイル積層体の上半分と下半分との間を外方に延びる。これにより、原子炉冷却水は積層体の下半分を半径方向外方に流れた後、上半分を半径方向内方に流れることになる。その後、冷却水はラビリンスシール21と軸受けを通過する。

【0018】

本発明の熱障壁23は、図2に示すように、ポンプ軸7に沿って端壁27の中央開口29から軸方向にパンケーキ形冷却コイル45内に延びる円筒状カラー6

7をさらに有する。図7に断面を示すこのカラー67は、ポンプ軸7の回転により生じる渦がカバーの下方領域を半径方向に流れて、カバーの下方内側表面上に温度の変動を生じさせないようにする。このカラー67は、円周方向に離隔した半径方向に延びる多数の開口69を有するが、これにより熱交換器コイルの温度条件がカラーの存在により有意に変化しないようになる。好ましくは、環状フランジ71は、端壁27に隣接するカラーの下方端部から半径方向外方に延びる。パンケーキ形コイル積層体と端壁27との間に挿入されるこのフランジ71は、パンケーキ形冷却コイル積層体に予負荷を与える従来技術で使用するシムの機能を有し、ポンプによりばらつきのある組立体の公差を補償するように機械加工することができる。開口69は、フランジ71を延びて、保守のためにこのカバーを完全に排水する。

#### 【0019】

上述したように、従来技術で使用する内部の断熱スリーブは、高温の冷却水が内側にある障壁の下方端部と円筒状カバーとの間のギャップに流入するようになっているため、熱応力の発生源となることがわかっていた。

#### 【0020】

本発明は、この内側の断熱手段をなくし、代わりに、外側の断熱手段73を提供するものである。図8-10に最も良く示されるように、外側の断熱手段73は、ほぼ円筒状のカバー25の外側表面77と共に環状室79を形成するスリーブ75を有する。この環状室は、ほぼ円筒状のカバー25の周面77の環状溝81により形成するのが好ましい。この環状室79は、小さな開口83を介してポンプ室5と連通関係にある。この開口83により、原子炉冷却水が環状室79を充填できる。開口83のサイズは、環状室79の圧力がポンプ室5の圧力と等化されるが、環状室79内の原子炉冷却水は実質的に停滞した状態を維持するようなものである。本発明の実施例によると、この開口83は、直径が約0.125インチ（3.175mm）である。原子炉冷却水のこの停滞した層により、カバーのための環状の断熱層が得られる。

#### 【0021】

好ましくは、環状室79は、一連の互いに嵌合する環状カン85a-85cに

より多数の同心環状部分79a-79dに分割されている。実施例の外側断熱手段73では、溝81は一連の環状段部87a-87cを有し、カン85a-85cの上方端部がそれぞれこれらに溶接される。従って、カン85の下方端部は開いた状態にあるため、環状室79の同心部分79a-79dは連通関係にある。環状室79の同心部分79a-79dの半径方向寸法は、カン85a-85c上のディンプルにより維持される。同心部分79a-79dの半径方向寸法は、好ましくは、0.05インチまたはそれ以下である。

#### 【0022】

断熱スリーブ75は、円筒状の本体25上に焼き嵌めされる。さらに、断熱スリーブ75は円筒状の本体25よりも小さい熱膨張係数を有する材料で作られている。実施例の熱障壁では、円筒状のカバーを熱膨張係数が約9.5乃至9.6インチ/インチ/°F(17.195乃至17.376mm/mm/°C)の304ステンレススティールで形成し、断熱スリーブ75を熱膨張係数が約7.1インチ/インチ/°F(12.85mm/mm/°C)の合金625で作製する。断熱スリーブ75はさらに、環状肩部91、93により円筒状のカバー25上の定位置に確実に保持されるようにする。これらの肩部は、上方端部の半径方向寸法が約0.190インチ(4.826mm)、下方端部の半径方向寸法が0.030インチ(約0.762mm)である。この断熱スリーブ73を円筒状のカバー25上への焼き嵌めのため約900°に加熱し、0.30インチ(0.762mm)の肩部上に挿入する。

#### 【0023】

本発明の熱障壁は、パンケーキ形冷却コイル積層体と、円筒状のカバーの内側表面に機械加工により形成された段部との嵌合により、注入冷却水の体積を最小限に抑えて成層効果を減少することにより割れの発生を減少すると予想される。カバーの下方領域に拡がる渦を抑制するカラーを設けることにより、割れを減少させる。また、円筒状のカバーの外側表面上に外側断熱手段を設けることにより、円筒状のカバーの温度勾配が減少する。これにより、従来技術の内側断熱手段の端縁部下方に水が流入するため生じる温度応力もなくなる。従来技術の熱障壁の取付けフランジを固定する溶接部の割れは、代わりにボルト接続を用いること

によりなくなった。

【0024】

本発明の特定の実施例を詳細に説明したが、当業者は、本願の教示全体に鑑みてこれら実施例の種々の変形例及び設計変更を想到できることが明らかである。従って、図示説明した特定の構成は例示的なものであて、本発明の範囲を限定するものではなく、この範囲は任意及び全ての均等物の全幅を与えられるべきである。

【図面の簡単な説明】

【図1】

図1は、本発明による原子炉冷却水ポンプの縦方向断面図である。

【図2】

図2は、図1のポンプの断片的な拡大断面図である。

【図3】

図3は、図1のポンプを図2から角度的に変位させた状態の断片的断面図である。

【図4】

図4は、図1のポンプの一部を形成するパンケーキ形冷却コイル積層体を上下反転して示す斜視図である。

【図5】

図5は、カバーの壁の内側表面の縦続段部を示す、ポンプの一部を形成するカバーの頂部平面図である。

【図6】

図6は、縦続段部を示す円筒状カバーの垂直断面図である。

【図7】

図7は、図1のポンプの一部を形成する渦流防止ダムの縦方向断面図である。

【図8】

図8は、本発明の一部を形成する外側断熱手段の構成を示す、円筒状カバーの拡大断面図である。

【図9】

図9は、図8の拡大断面図である。

【図10】

図10は、図8の別の拡大断面図である。

【図1】

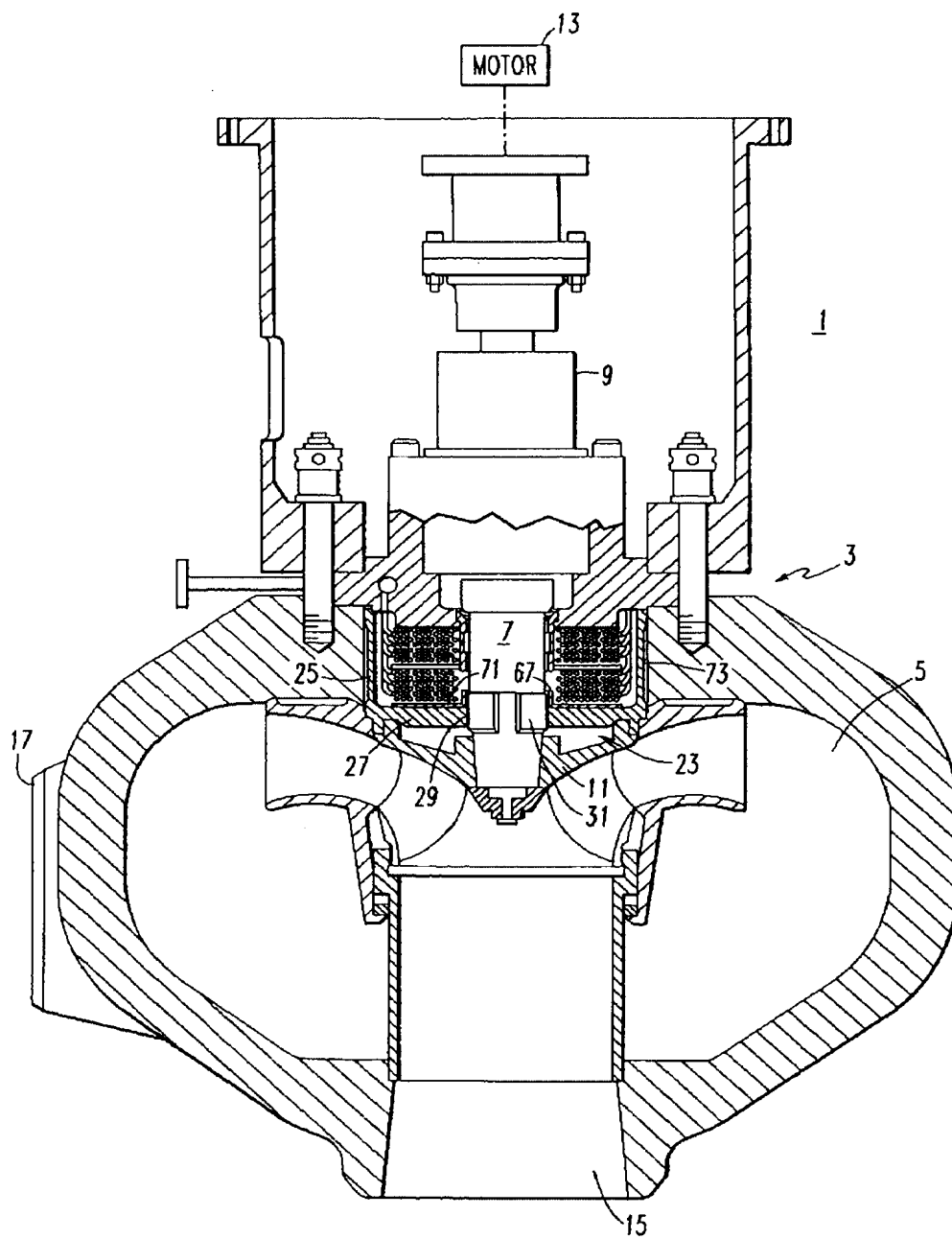
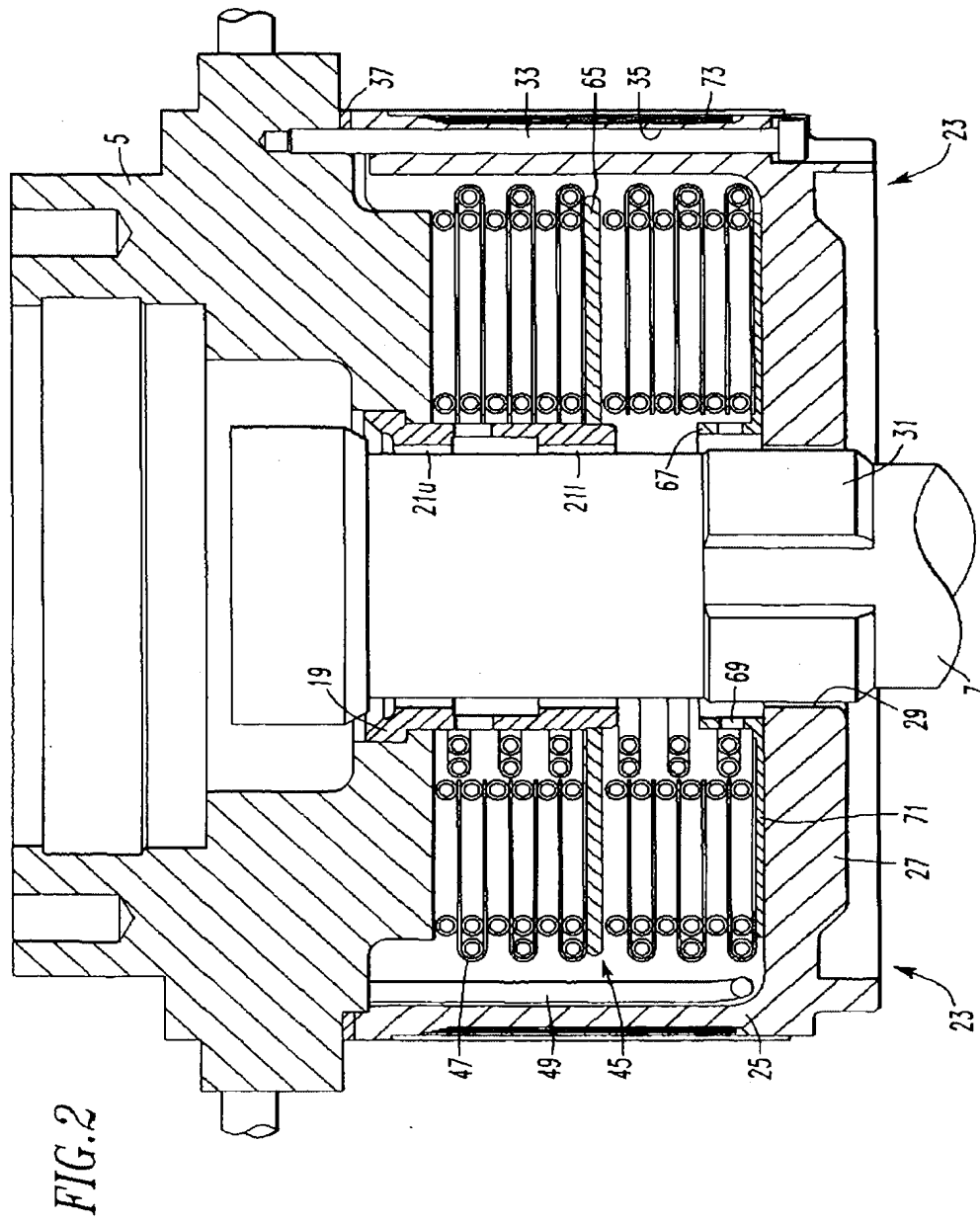
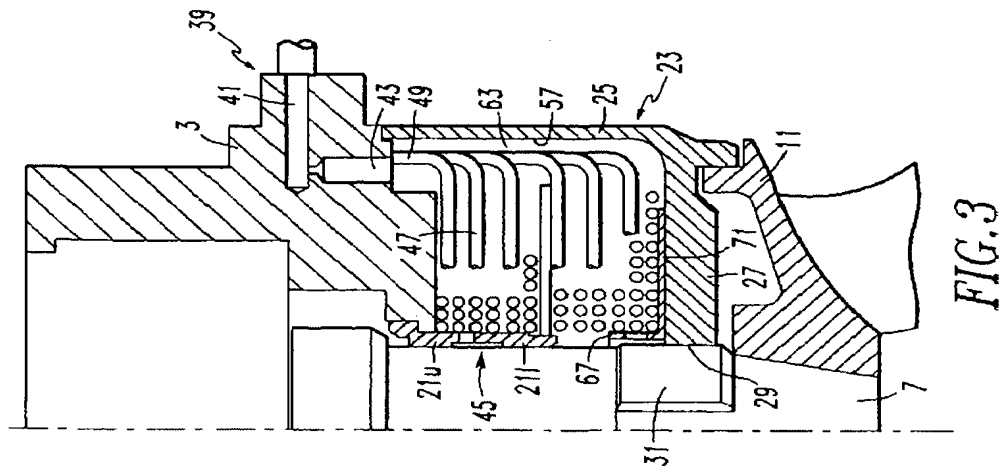


FIG. 1

【図2】



【図3】





【図 4】

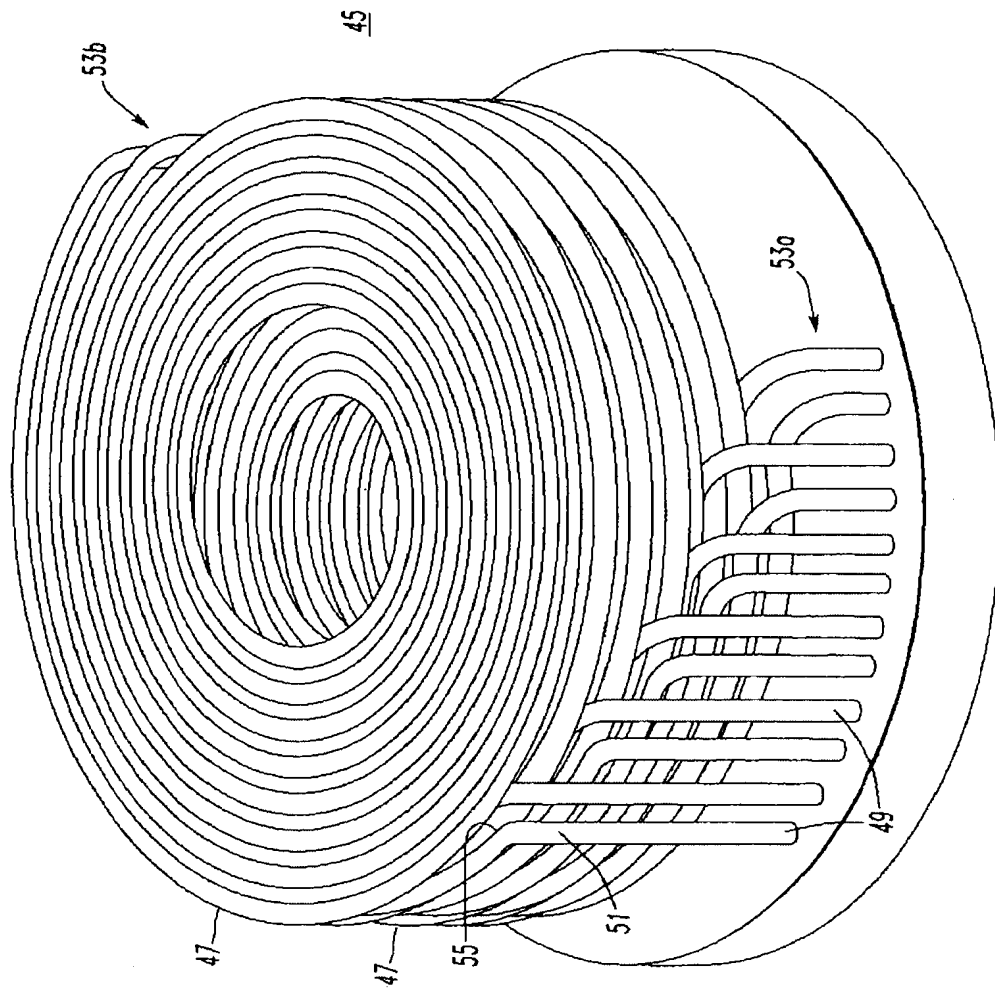
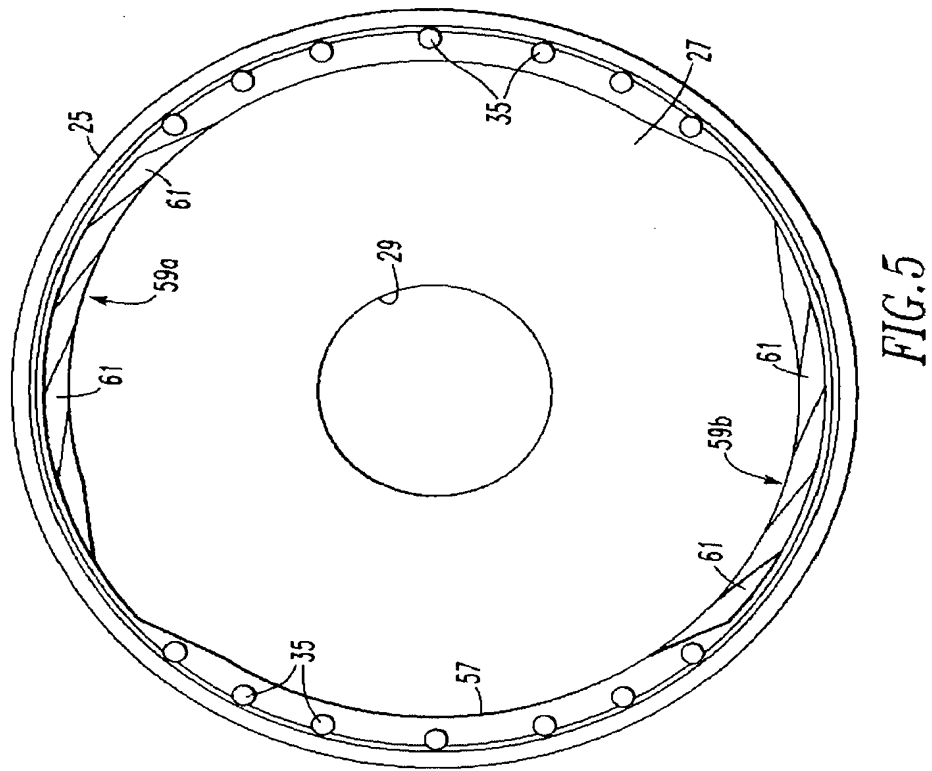
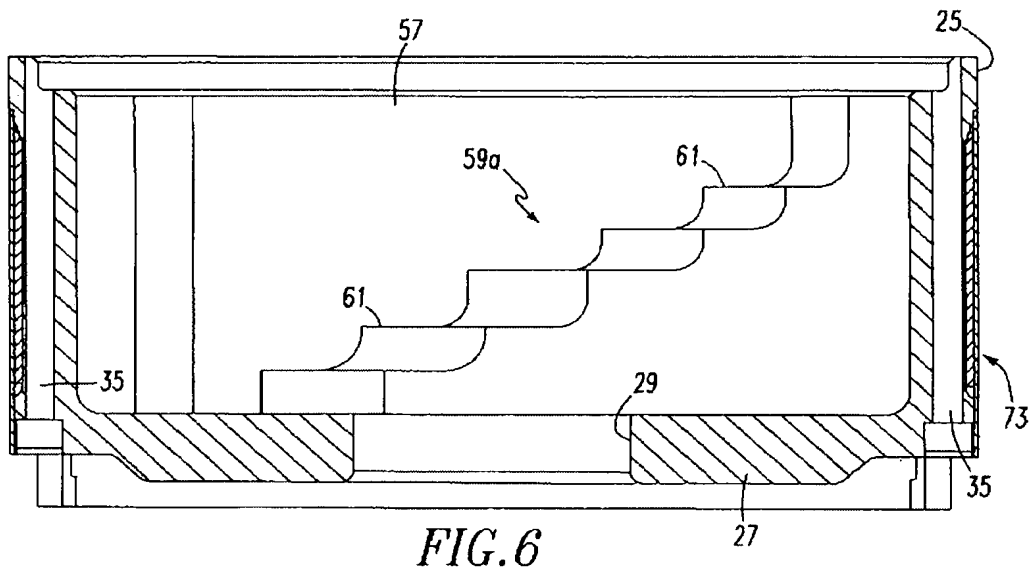


FIG. 4

【図5】



【図6】



【図7】

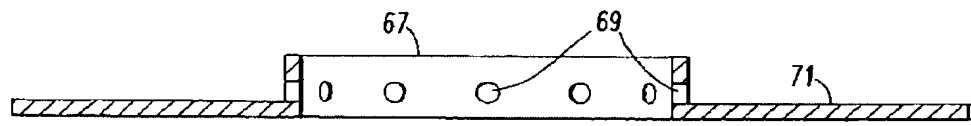


FIG. 7

【図8】

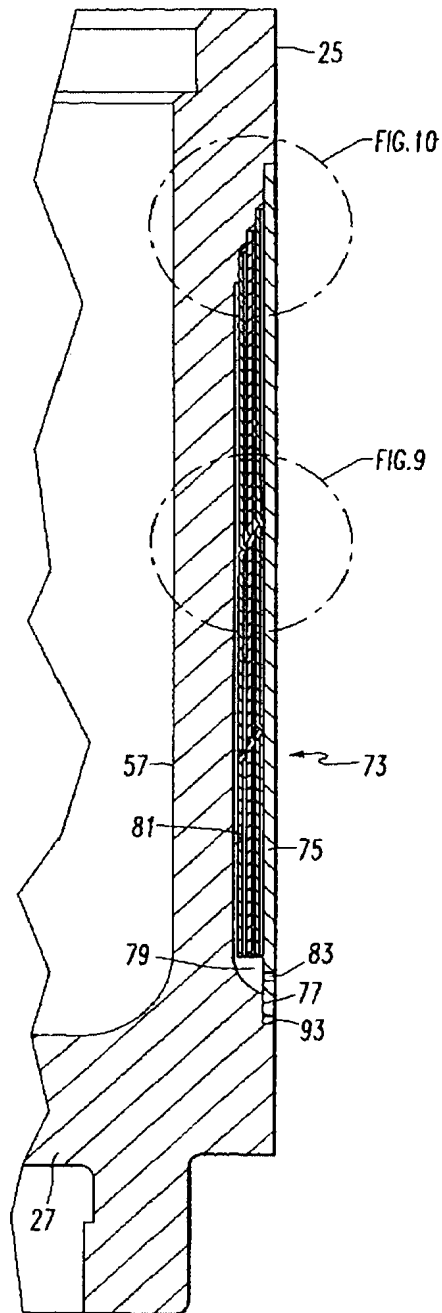
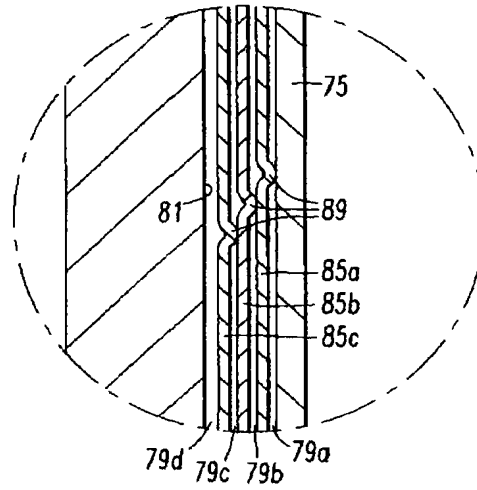


FIG. 8

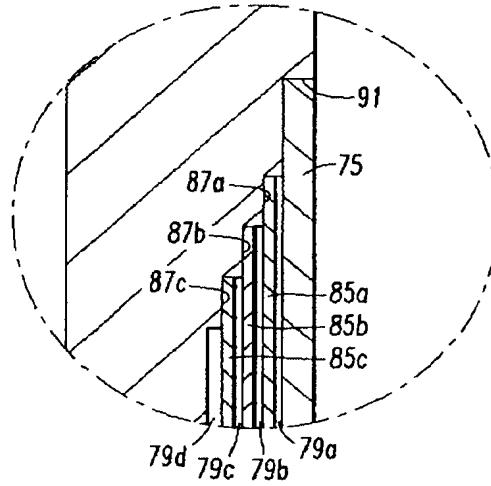
【図9】

FIG. 9



【図10】

FIG. 10



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/US 01/40037

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F04D29/10 F04D29/58 F04D7/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F04D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| X          | EP 0 844 399 A (JEUMONT IND)<br>27 May 1998 (1998-05-27)   | 19                    |
| Y          | the whole document   | 1,24                  |
| Y          | US 3 652 179 A (HAGEN OSKAR)<br>28 March 1972 (1972-03-28)<br>the whole document<br>column 3, line 17 - line 27; figures 1,2     | 1,24                  |
| X          | US 5 246 337 A (BOSTER CLARK S)<br>21 September 1993 (1993-09-21)<br>the whole document<br>column 3, line 34 - line 44; figure 2 | 1,24                  |
| X          | FR 2 649 165 A (JEUMONT SCHNEIDER)<br>4 January 1991 (1991-01-04)<br>figure 2  | 1,24                  |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another claim or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "S" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 October 2001

Date of mailing of the international search report

08. 07. 2002

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx: 31 661 epo nl  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ingelbrecht, P

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US 01/40037**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 8.4(a).

**Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:  
1-13, 24-29

**Remark on Protest**

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

## FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

## 1. Claims: 1-13,24-29

A thermal barrier for a reactor coolant pump having a pump housing with a pump chamber, and an impeller mounted on a pump shaft in a pump chamber for pumping reactor coolant water through said pump chamber, and seals sealing said pump shaft adjacent said pump chamber, said thermal barrier comprising a generally cylindrical cover mounted to said pump housing in said pump chamber concentrically with said pump shaft, characterised by, an external insulator extending circumferentially around and axially along at least part of the cylindrical cover

## 2. Claims: 14-18

A thermal barrier for a reactor coolant pump having a pump housing with a pump chamber, and an impeller mounted on a pump shaft in a pump chamber for pumping reactor coolant water through said pump chamber, and seals sealing said pump shaft adjacent said pump chamber, said thermal barrier comprising a generally cylindrical cover mounted to said pump housing in said pump chamber concentrically with said pump shaft, said thermal barrier further comprising a plurality of pancake cooling coils disposed along said pump shaft inside said generally cylindrical cover and having peripheral axially extending input and output tubes to form a coil stack with an irregular axially extending peripheral surface, characterised by, a cylindrical cover having an axially extending inner surface complementary to the irregular axially extending peripheral surface of the coil stack

## 3. Claims: 20 with 19, 23 with 19 and 20

A thermal barrier for a reactor coolant pump having a pump housing with a pump chamber, and an impeller mounted on a pump shaft in a pump chamber for pumping reactor coolant water through said pump chamber, and seals sealing said pump shaft adjacent said pump chamber, said thermal barrier comprising a generally cylindrical cover mounted to said pump housing in said pump chamber concentrically with said pump shaft, said generally cylindrical cover having a circular end wall having a central opening for said pump shaft, with a collar extending along said pump shaft from said central opening in said end wall, and axially into said stack of pancake cooling coils, said thermal barrier further comprising a plurality of pancake cooling coils disposed along said pump shaft inside said generally cylindrical cover characterised by, said collar having a plurality of circumferentially distributed radially extending through



FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

holes

## 4. Claims: 21 with 19, 22 with 19 and 21

A thermal barrier for a reactor coolant pump having a pump housing with a pump chamber, and an impeller mounted on a pump shaft in a pump chamber for pumping reactor coolant water through said pump chamber, and seals sealing said pump shaft adjacent said pump chamber, said thermal barrier comprising a generally cylindrical cover mounted to said pump housing in said pump chamber concentrically with said pump shaft, said generally cylindrical cover having a circular end wall having a central opening for said pump shaft, with a collar extending along said pump shaft from said central opening in said end wall, and axially into said stack of pancake cooling coils, said thermal barrier further comprising a plurality of pancake cooling coils disposed along said pump shaft inside said generally cylindrical cover characterised by, said collar having a radial flange adjacent said end wall and extending between said end wall and said stack of pancake cooling coils to form an annular shim for said stack of pancake cooling coils

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/US 01/40037

| Patent document<br>cited in search report |   | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|---|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| EP 0844399                                | A | 27-05-1998          | FR 2756328 A1              | 29-05-1998          |
|   |   |                     | EP 0844399 A1              | 27-05-1998          |
|   |   |                     | ZA 9710212 A               | 03-06-1998          |
| US 3652179                                | A | 28-03-1972          | NONE                       |                     |
| US 5246337                                | A | 21-09-1993          | NONE                       |                     |
| FR 2649165                                | A | 04-01-1991          | FR 2649165 A1              | 04-01-1991          |

フロントページの続き

|                          |       |                |            |
|--------------------------|-------|----------------|------------|
| (51)Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号  | F I            | テーマコード(参考) |
| G 2 1 C 15/243           | G D P | G 2 1 C 15/243 | G D P      |

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW

(72)発明者 ドレイク, ジェームズ, エイ  
 アメリカ合衆国 ペンシルベニア州  
 15238 ピッツバーグ コーンウォール・  
 ドライブ 241

Fターム(参考) 3H022 AA01 CA03 CA22 CA60 DA01

【要約の続き】

原子炉冷却水を含む複数の同心部分に分割される。